



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **132422** (13) **U**  
(51) МПК (2019.01)  
**B24B 39/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

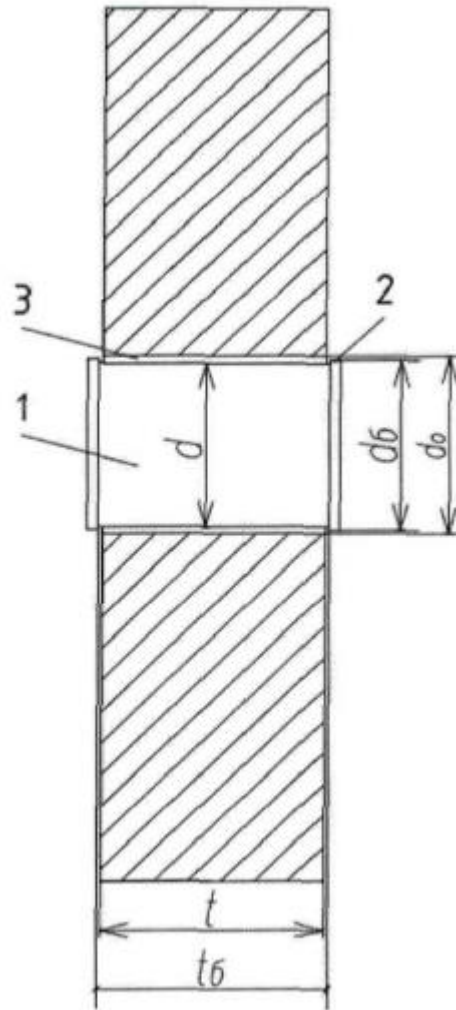
(21) Номер заявки:	<b>u 2018 09661</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Ясній Петро Володимирович (UA), Дивдик Олександр Васильович (UA), Ясній Володимир Петрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>26.09.2018</b>	(73) Власник(и):	<b>ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	<b>25.02.2019</b>		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>25.02.2019, Бюл.№ 4</b>		

## (54) ІНСТРУМЕНТ ІЗ СПЛАВУ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ОТВОРІВ В ПЛАСТИНАХ

### (57) Реферат:

Інструмент із сплаву з пам'яттю форми для зміцнення отворів в пластинах виконаний у вигляді циліндра діаметром  $d$ . З обох кінців циліндра співвісно виконані циліндричні бурти діаметром  $d_6$ , причому за температури нижче від температури завершення мартенситного перетворення  $d_6$  визначається нерівністю  $0,99d_0 < d_6 < d_0$ , а відстань між внутрішніми торцями буртів  $t_6$  - нерівністю  $1,03t < t_6 < 1,05t$ , причому діаметр циліндричної частини інструменту дорівнює  $d=0,98d_0$ .

UA 132422 U



Корисна модель належить до сплавів з пам'яттю форми, та використання таких матеріалів як інструменту для зміцнення конструкцій літальних апаратів.

Відомий робочий інструмент, виготовлений із сплаву з пам'яттю форми, виконаний у формі циліндра [Патент № US5265456 США; заяв. 1992-06-29; опубл. 1993-11-30].

5 Цей інструмент забезпечує створення залишкових стискувальних напружень в околі отвору в радіальному і тангенціальному напрямку, проте не дозволяє створити сумірні залишкові стискувальні напруження в околі отвору вздовж його осі і тим самим додатково збільшити втомну довговічність елемента конструкції.

10 В основу корисної моделі поставлена задача створення додаткових залишкових стискувальних напружень в матеріалі навколо отвору діаметром  $d_0$  в осьовому напрямку і внаслідок цього підвищення втомної довговічності конструкції,

Поставлена задача вирішується тим, що інструмент для зміцнення отвору із сплаву із пам'яттю форми виконаний у вигляді циліндра діаметром  $d$ , згідно з корисною моделлю, з обох кінців циліндра співвісно виконані циліндричні бурти діаметром  $d_6$  причому за температури 15 нижче від температури завершення мартенситного перетворення  $d_6$  визначається нерівністю  $0,99d_0 < d_6 < d_0$ , а відстань між внутрішніми торцями буртів  $t_6$  - нерівністю  $1,03t < t_6 < 1,05t$ , причому діаметр циліндричної частини інструменту дорівнює  $d=0,98d_0$ , де

$t$  - товщина елемента конструкції;

$t_6$  - товщина внутрішніх торців буртів;

20  $d_0$  - діаметр отвору.

При обґрунтуванні конструктивних параметрів інструменту враховували, що геометричні характеристики сплаву з пам'яттю форми при нагріванні до температури вище температури завершення аустенітного перетворення  $A_f$ , після попередньої деформації за температури нижче  $M_f$  можуть повернутись до первісної недеформованої форми (відновлення деформації в межах 25 6-10 %). Діаметр бурта вибирається з нерівності  $0,99d_0 < d_6 < d_0$ . З урахуванням відновлення деформації на 10 %, найменше значення діаметра бурта  $d_6$  дорівнює  $0,99 d_0$ , що відповідає відновленню при нагріві поперечної деформації в 1 % (при поздовжній деформації 3 %) в момент контакту бурта з торцем отвору. Для забезпечення розміщення інструменту в отворі, найбільше значення діаметра  $d_6$  не повинно перевищувати діаметр отвору  $d_0$ . Вихід значення  $d_6$  30 за нижню границю не забезпечує або зменшує ефективність зміцнення торців отвору.

Межі нерівності  $1,03t < t_6 < 1,05t$  також враховують особливості матеріалу і конструкції. У випадку деформування матеріалу до 10 % він буде розтягуватись по довжині циліндра. При нагріванні інструменту до температури завершення аустенітного перетворення  $A_f$  циліндр, деформований розтягом за температури  $T \leq M_f$ , буде стискатись до 10 %, що забезпечить 35 контакт, деформування і зміцнення буртами торців отвору. Нижня границя нерівності вибрана, з умови забезпечення контакту торців бурта і отвору при відновленні поздовжньої деформації у 3 % і поперечної в 1 %. За менших значень  $t_6$  бурти будуть проковзувати в отвір. Верхня границя нерівності визначена із умови забезпечення достатнього зміцнення торців отвору. При відновленні деформації, після контактування торців буртів і отвору, матеріал в околі отвору 40 буде деформуватися до 5 % по товщині, що забезпечить ефективне зміцнення матеріалу.

Діаметр циліндричної частини інструменту вибирали з умови  $d=0,98d_0$ . Це менше діаметра бурта, та забезпечує значну деформацію матеріалу в околі отвору в радіальному напрямку при відновленні початкової форми інструменту за температури  $T \geq A_f$ .

45 Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображений запропонований робочий інструмент.

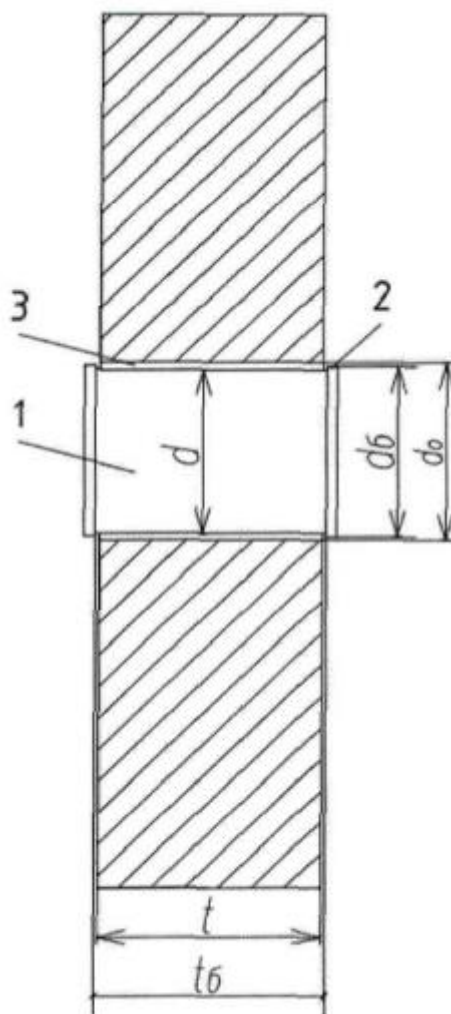
Інструмент 1 із сплаву з пам'яттю форми для зміцнення отворів в пластинах діаметром  $d$ , із співвісно розміщеними з обох кінців буртами 2 діаметром  $d_6$ , який поміщений у отвір 3 діаметром  $d_0$ .

50 Принцип роботи заявленої конструкції такий. Попередньо деформований осьовим розтягом або радіальним обтискуванням за температури нижче температури завершення мартенситного перетворення  $M_f$  циліндричний елемент діаметром  $d$  з буртами діаметром  $d_6$  поміщається в отвір  $d_0$ . При нагріванні інструменту до температури завершення аустенітного перетворення  $A_f$  матеріалу відбуваються зворотні фазові перетворення, внаслідок чого розміри інструменту відновлюються до початкової форми, а саме зменшується довжина і збільшується діаметр  $d$  55 циліндричної частини та буртів  $d_6$ . Це спричиняє деформування матеріалу в околі отвору в осьовому і радіальному напрямку. Для видалення з отвору інструмент охолоджують до температури нижче температури завершення мартенситного перетворення  $M_f$ .

60 Таким чином, запропонований інструмент для зміцнення отворів із сплаву з пам'яттю форми дозволить створити залишкові стискувальні напруження навколо отвору в осьовому і радіальному напрямках і внаслідок цього підвищити довговічність конструкції.

# ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Інструмент із сплаву з пам'яттю форми для зміцнення отворів в пластинах, що виконаний у вигляді циліндра діаметром  $d$ , який **відрізняється** тим, що з обох кінців циліндра співвісно виконані циліндричні бурти діаметром  $d_6$ , причому за температури нижче від температури завершення мартенситного перетворення  $d_6$  визначається нерівністю  $0,99d_0 < d_6 < d_0$ , а відстань між внутрішніми торцями буртів  $t_6$  - нерівністю  $1,03t < t_6 < 1,05t$ , причому діаметр циліндричної частини інструменту дорівнює  $d=0,98d_0$ , де  $t$  - товщина елемента конструкції;  $t_6$  - товщина внутрішніх торців буртів;  $d_0$  - діаметр отвору.



Комп'ютерна верстка М. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601